



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85915** (13) **C2**  
(51) **МПК (2009)**  
**F16C 17/04**  
**F04D 13/06**  
**F04D 29/04**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) УПОРНИЙ ПІДШИПНИК КОВЗАННЯ ДЛЯ ВАЛІВ ЗАГЛИБНИХ ВІДЦЕНТРОВИХ ЕЛЕКТРОНАСОСІВ

1

2

(21) а200705875

(22) 29.05.2007

(24) 10.03.2009

(46) 10.03.2009, Бюл.№ 5, 2009 р.

(72) БІЛОКІНЬ ІГОР ІВАНОВИЧ, UA, СТЕЦЕНКО  
ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) БІЛОКІНЬ ІГОР ІВАНОВИЧ, UA, СТЕЦЕНКО  
ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(56) SU 1788337 A, 15.01.1993

SU 1739101 A1, 07.06.1992

SU 1721208 A1, 23.03.1992

GB 877701 A, 20.09.1961

US 5160240 A, 03.11.1992

GB 254832 A, 15.07.1926

(57) 1. Упорний підшипник ковзання для валів заглублених відцентрових електронасосів, що містить п'яту, підп'ятник і проміжне упорне кільце, виконані з плоскими кільцевими опорними поверхнями на їх робочих сторонах, причому проміжне упорне кільце вільно установлене на валу між п'ятою і підп'ятником з можливістю обертання відносно них,

опорна поверхня п'яти виконана гладкою і опорна поверхня проміжного упорного кільця, повернута до опорної поверхні п'яти, виконана з мастильними канавками, який відрізняється тим, що опорна поверхня підп'ятника виконана з мастильними канавками, а опорна поверхня проміжного упорного кільця, повернута до опорної поверхні підп'ятника, виконана гладкою і з більшим середнім діаметром, ніж середній діаметр опорної поверхні проміжного упорного кільця, повернутої до опорної поверхні п'яти.

2. Упорний підшипник за п. 1, який відрізняється тим, що опорні поверхні підп'ятника і проміжного упорного кільця, які виконані з мастильними канавками, розділені цими канавками на сегменти.

3. Упорний підшипник ковзання за пп. 1 або 2, який відрізняється тим, що опорні поверхні п'яти, підп'ятника і проміжного упорного кільця виконані із зносоустійкого матеріалу з твердістю не нижче HV 380.

Винахід стосується галузі машинобудування, а саме конструкцій упорних підшипників ковзання для валів або обертючих осей машин та устаткування і може бути використаний у свердловинних заглублених багатоступеневих відцентрових електронасосах для добування пластової рідини (нафтогазової суміші) із глибоких нафтових свердловин малого діаметру.

Відомий упорний підшипник ковзання для валів свердловинних заглублених електродвигунів, що містять п'яту та підп'ятник із плоскими кільцевими опорними поверхнями на їх робочих сторонах, які прилягають одна до одної. Опорна поверхня підп'ятника виконана гладкою. Опорна поверхня п'яти виконана з глухими радіальними мастильними канавками. [Авт. св.-во СРСР №1739101, кл. F16C 33/02, опубл. 07.06.1992].

Недоліком відомого упорного підшипника є те, що під дією відцентрової сили відбувається видалення частини мастильної рідини із зони тертя ковзання крізь мастильні канавки і похилі канали у п'яті та, до того ж, надходження мастильної рідини

у зону тертя з боку осі обертання п'яти обмежується через виконання мастильних каналів п'яти глухими. Це призводить до зменшення товщини плівки мастильної рідини у зоні тертя між упорними поверхнями п'яти і підп'ятника та, як наслідок, до зниження ефективності відведення тепла в зоні тертя. В результаті знижується надійність і вантажопідйомність упорного підшипника ковзання.

Відомий упорний підшипник ковзання для валів свердловинних відцентрових насосів [патент США №5160240, кл. F04D 29/02, опубл. 03.11.1992], що містить п'яту і підп'ятник з плоскими кільцевими опорними поверхнями на робочих сторонах, що прилягають одна до одної, у якому опорна поверхня п'яти виконана гладкою, а опорна поверхня підп'ятника в одному варіанті виконання упорного підшипника виконана гладкою, а в другому варіанті виконання - з мастильними канавками. Мастильні канавки розташовані або радіально, або тангенціально і ділять опорну поверхню підп'ятника на сегменти або глухи.

(13) **C2**

(11) **85915**

(19) **UA**

Застосування відомого упорного підшипника ковзання з гладкими опорними поверхнями п'яти та підп'ятника, що утворюють пару тертя ковзання, обмежене діапазоном низьких осьових навантажень через обмежене змащування у зоні тертя. Упорний підшипник відомого виконання, у якому опорна поверхня підп'ятника виконана з мастильними канавками, забезпечує поліпшення охолодження упорного підшипника у зоні тертя і, завдяки цьому, здатний витримувати більш істотні за величиною осьові навантаження, ніж упорний підшипник з гладкими опорними поверхнями п'яти і підп'ятника, за рахунок більшої товщини плівки мастильної рідини у зоні тертя, або надійніше працює при тих же величинах осьових навантажень. Завдяки виконанню в опорній поверхні підп'ятника мастильних канавок збільшується об'єм мастильної рідини у зоні тертя, між опорними поверхнями п'яти і підп'ятника, внаслідок чого поліпшується відведення тепла, у порівнянні з розглянутим вище відомим упорним підшипником за авторським свідоцтвом СРСР №1739101, у якому мастильні канавки виконані в опорній поверхні п'яти, за рахунок виключення видалення мастильної рідини із зони тертя крізь мастильні канавки.

Спільним недоліком вищеписаних відомих конструкцій упорних підшипників ковзання для валів заглублених відцентрових електронасосів згідно з авторським свідоцтвом СРСР №1739101 і патентом США №5160240 є велике виділення тепла в зоні тертя через високу швидкість обертання п'яти відносно підп'ятника, що знижує надійність і вантажопідйомність відомих упорних підшипників ковзання.

Найближчим аналогом відомого упорного підшипника ковзання є упорний підшипник ковзання для валів свердловинних заглублених відцентрових електронасосів, що містить п'яту, підп'ятник і проміжне упорне кільце, які виконані з плоскими кільцевими опорними поверхнями однакового середнього діаметру на робочих сторонах, причому проміжне упорне кільце вільно установлене на валу між п'ятою і підп'ятником з можливістю обертання відносно них. Обидві опорні поверхні проміжного упорного кільця, одна з яких повернута до опорної поверхні п'яти, а друга - до опорної поверхні підп'ятника, виконані з мастильними канавками і розділені цими канавками на сегменти. Опорні поверхні п'яти і підп'ятника виконані гладкими. [Международный транслятор "Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти" под науч. ред. акад. РАЕН, д. э. н. В.Ю Алекперова, акад. РИА, д. т. н. В.Я. Кершенбаума. Москва, 1999, с. 99-101].

Перевагою відомого упорного підшипника, обраного за найближчий аналог технічного рішення, що заявляється, у порівнянні з іншими відомими упорними підшипниками, є зменшення виділення тепла в зоні тертя, за інших рівних умов, за рахунок уведення між п'ятою і підп'ятником проміжного упорного кільця, що утворює пару тертя ковзання як з п'ятою, так і з підп'ятником. Виділення тепла зменшується за рахунок зменшення відносної швидкості обертання тертьових опорних поверхонь у парах тертя "п'ята - проміжне упорне кіль-

це" і "проміжне упорне кільце - підп'ятник", яке обумовлене проковзуванням вільно установленного на валу проміжного упорного кільця як відносно п'яти, так і відносно підп'ятника. Зменшення виділення тепла у зонах тертя, тобто поліпшення охолодження упорного підшипника, забезпечує підвищення його вантажопідйомності, що виражена у гранично припустимому навантаженні на підшипник. Крім того, поліпшення охолодження упорного підшипника дає можливість підвищити його надійність роботи та строк служби.

Недоліком відомого упорного підшипника для валів заглублених відцентрових електронасосів, що є найближчим аналогом технічного рішення, яке заявляється, є недостатній об'єм мастильної рідини, а значить і недостатня товщина шару мастильної рідини в зоні тертя між проміжним упорним кільцем і підп'ятником через видалення мастильної рідини із мастильних канавок, що виконані в нижній опорній поверхні проміжного упорного кільця, яка повернута до опорної поверхні п'яти, під дією відцентрової сили. Крім того, через поперечне зміщення проміжного упорного кільця аж до зіткнення цього кільця з валом виникає збільшення його швидкості обертання відносно нерухомого підп'ятника, яке спричиняє додаткове зменшення товщини плівки мастильної рідини між проміжним упорним кільцем і підп'ятником, що призводить до зниження вантажопідйомності та надійності упорного підшипника. До того ж, у цьому відомому упорному підшипнику канавками нижньої опорної поверхні проміжного упорного кільця, що обертаються, захоплюються і заносяться в зону тертя механічні домішки та продукти зношення, що веде до інтенсивного зношування опорних поверхонь упорного підшипника, наслідком якого є зниження надійності роботи упорного підшипника та його вантажопідйомності.

В основу винаходу поставлено задачу створення упорного підшипника ковзання для валів заглублених відцентрових електронасосів, в якому за рахунок нової форми виконання опорної поверхні підп'ятника і тієї з двох опорних поверхонь проміжного упорного кільця, яка повернута до опорної поверхні підп'ятника, та нового співвідношення середнього діаметру опорної поверхні проміжного упорного кільця з боку п'яти і середнього діаметру його опорної поверхні з боку підп'ятника забезпечується підвищення вантажопідйомності та надійності упорного підшипника ковзання шляхом зменшення виділення тепла у зонах тертя між тертьовими опорними поверхнями пари тертя "проміжне упорне кільце - підп'ятник" внаслідок збільшення товщини плівки мастильної рідини в зоні тертя та шляхом запобігання попаданню в цю зону механічних домішок і продуктів зношення.

Поставлена задача вирішується тим, що в упорному підшипнику ковзання для валів заглублених відцентрових електронасосів, що містить п'яту, підп'ятник і проміжне упорне кільце, які виконані з плоскими кільцевими опорними поверхнями на робочих сторонах, причому проміжне упорне кільце вільно установлене на валу між п'ятою і підп'ятником з можливістю обертання відносно них, опорна поверхня п'яти виконана гладкою і опорна

поверхня проміжного упорного кільця, яка повернута до опорної поверхні п'яти, виконана з мастильними канавками, згідно з винаходом, опорна поверхня підп'ятника виконана з мастильними канавками, а опорна поверхня проміжного упорного кільця, яка повернута до опорної поверхні підп'ятника, виконана гладкою і з більшим середнім діаметром, ніж середній діаметр опорної поверхні проміжного упорного кільця, яка повернута до опорної поверхні п'яти.

Опорні поверхні підп'ятника і проміжного упорного кільця, що виконані з мастильними канавками, розділені цими канавками на сегменти.

Крім того, опорні поверхні п'яти, підп'ятника і проміжного упорного кільця виконані із зносостійкого матеріалу з твердістю не нижче HV 380.

Згідно з винаходом, виконання опорної поверхні підп'ятника з мастильними канавками, а опорної поверхні проміжного упорного кільця, що повернута до опорної поверхні підп'ятника, - гладкою призводить до того, що на мастильну рідину, яка надходить у мастильні канавки, діють сили тільки в окружному напрямку і не діють відцентрові сили, що запобігає видаленню мастильної рідини з мастильних канавок за межі зони тертя і забезпечує розподілення в зоні тертя по опорних поверхнях більшого об'єму мастильної рідини, ніж у найближчому аналогу. Рівномірне розподілення мастильної рідини в зоні тертя досягається завдяки тому, що опорна поверхня підп'ятника розділена мастильними канавками на сегменти. Циркуляція мастильної рідини крізь мастильні канавки сусідніх сегментів опорної поверхні сприяє підвищенню інтенсивності охолодження в зоні тертя. Крім того, виконання опорної поверхні проміжного упорного кільця, повернутої до опорної поверхні підп'ятника, з більшим середнім діаметром, ніж середній діаметр його опорної поверхні, повернутої до опорної поверхні п'яти, забезпечує можливість збільшення моменту опору в парі тертя "проміжне упорне кільце - підп'ятник" на величину, що є достатньою для компенсації збільшення відносної швидкості обертання тертьових опорних поверхонь у цій парі тертя під дією сили тертя в парі тертя "проміжне упорне кільце - вал". Це збільшення моменту опору дає можливість встановити рівні за величиною відносні швидкості обертання у парах тертя "п'ята - проміжне упорне кільце" і "проміжне упорне кільце - підп'ятник", що забезпечує однакову товщину плівки мастильної рідини між опорними поверхнями в цих парах тертя та, як наслідок цього, зменшення виділення тепла, а значить підвищення надійності роботи упорного підшипника і його вантажопідйомності. До того ж, запропоноване згідно з винаходом виконання опорних поверхонь запобігає попаданню механічних домішок і продуктів зношення в зону тертя, що зменшує нагрівання і механічне зношування тертьових опорних поверхонь упорного підшипника. Таким чином, винахід забезпечує підвищення надійності та вантажопідйомності упорного підшипника ковзання. Досягненню високої вантажопідйомності та високої надійності роботи упорного підшипника сприяє виконання його опорних поверхонь із зносостійкого матеріалу з твердістю за Віккерсом (HV) не нижче

380, наприклад з карбіду вольфраму, карбіду хрому, карбіду титану.

Суть винаходу пояснюється конкретним прикладом його здійснення та кресленнями, на яких:

Фіг.1 - загальний вигляд упорного підшипника ковзання, що заявляється, устаткованого в корпусі заглибного відцентрового насоса, поздовжній розріз уздовж осі вала, згідно з винаходом;

Фіг.2 - розріз Б - Б на Фіг.1, на якому показана робоча сторона п'яти, що містить опорну поверхню п'яти;

Фіг.3 - розріз А - А на Фіг.1, на якому показана верхня робоча сторона проміжного упорного кільця, що містить верхню опорну поверхню цього кільця;

Фіг.4 - розріз Г - Г на Фіг.1, на якому показана нижня робоча сторона проміжного упорного кільця, що містить нижню опорну поверхню цього кільця;

Фіг.5 - розріз В - В на Фіг.1, на якому показана робоча сторона підп'ятника, що містить його опорну поверхню;

Фіг.6 - загальний вигляд свердловинного заглибного багатоступеневого відцентрового електронасоса з устаткованим в ньому упорним підшипником ковзання, що заявляється, поздовжній розріз уздовж осі вала.

Упорний підшипник ковзання для валів заглибних відцентрових електронасосів, який пропонується згідно з винаходом, містить п'яту 1, підп'ятник 2 і проміжне упорне кільце 3, розміщене в корпусі 4 заглибного багатоступеневого відцентрового насоса 5, з'єднаного із заглибним електродвигуном 6, як видно з Фіг.1 та Фіг.6. П'ята 1 зафіксована на валу 7 відцентрового насоса 5 за допомогою шпонки 8 і упора 9, виконаного у вигляді стопорного кільця. Проміжне упорне кільце 3 вільно устатковане на валу 7 між п'ятою 1 і підп'ятником 2 з можливістю обертання відносно них, тобто з можливістю обертання як відносно п'яти 1, так і відносно підп'ятника 2. Підп'ятник 2 закріплений до корпусу 4 відомим чином, наприклад, за допомогою кріпильних деталей 10.

П'ята 1, підп'ятник 2 і проміжне упорне кільце 3 виконані з плоскими кільцевими опорними поверхнями на їх робочих сторонах, попарно повернутими одна до одної, як показано на Фіг.1...5. При цьому, як показано на Фіг.2...5, опорна поверхня 11 п'яти 1 і нижня опорна поверхня 12 проміжного упорного кільця 3 виконані гладкими, а опорна поверхня 13 підп'ятника 2 і верхня опорна поверхня 14 проміжного упорного кільця 3 виконані з радіальними наскрізними мастильними канавками 15, 16 відповідно і розділені цими канавками на сегменти. Як показано на Фіг.1, опорні поверхні 11, 14 відповідно п'яти 1 і проміжного упорного кільця 3, що прилягають одна до одної, мають зовнішній діаметр D1, внутрішній діаметр D2 і середній діаметр D3, який визначається як напіврізниця діаметрів D1 і D2. Опорні поверхні 12, 13 відповідно проміжного упорного кільця 3 і підп'ятника 2, що прилягають одна до одної, мають зовнішній діаметр D1, внутрішній діаметр D4 і середній діаметр D5, який визначається як напіврізниця діаметрів D1 і D4. Як видно з Фіг.1, середній діаметр D5 більший за середній діаметр D3, що досягається,

наприклад, виконанням під'ятника 2 з більшим внутрішнім діаметром, ніж внутрішній діаметр проміжного упорного кільця 3 на його робочій стороні, повернутий до п'яти 1, при дорівненні один одному їх зовнішніх діаметрів. Опорні поверхні 11, 12, 13, 14 упорного підшипника виконані із зносостійкого матеріалу з твердістю за Віккерсом (HV) не нижче 380.

У відцентровому насосі 5 (Фіг.6) на валу 7 над п'ятою 1 розташований захисний пристрій 17, який запобігає попаданню механічних домішок і продуктів зношення на тертьові опорні поверхні 11... 14 упорного підшипника. Вхідні канали 18 для впускання навколишньої рідини у внутрішню порожнину 19 відцентрового насоса 5 розташовані у нижній частині стінки корпусу 4 цього насоса вище місця розташування п'яти 1 і захисного пристрою 17. У корпусі 4 над п'ятою 1 і захисним пристроєм 17 вище місця розташування вхідних каналів 18 уздовж вала 7 установлений пакет насосних ступеней, кожна з яких містить робоче колесо 20 і напрямний апарат 21. У кожній насосній ступені робоче колесо 20 установлене на валу 7 вільно і обпирається на напрямний апарат 21. Верхній вихідний кінець 22 відцентрового насоса 5 з'єднується з насосно-компресорною трубою (не показано).

Очевидно, що упорний підшипник, який заявляється, може бути установлений у свердловинних заглибних відцентрових насосах не тільки у нижній частині відцентрового насоса, але й між пакетами насосних ступеней, якщо у відцентровому насосі установлено два або більше пакетів насосних ступеней. Міжступеневі упорні підшипники не потребують їх спорядження захисними пристроями 17. Для заглибних відцентрових насосів із забором навколишньої рідини знизу, нижче за місце розташування нижнього упорного підшипника насоса, захисний пристрій 17 також не потрібен.

Упорний підшипник ковзання для валів заглибних відцентрових електронасосів, виконаний згідно з винаходом, працює таким чином.

Після занурення електронасоса у навколишню рідину внутрішня порожнина 19 відцентрового насоса 5 крізь вхідні канали 18 заповнюється цією рідиною. При включенні електродвигуна 6 приводиться в обертання вал 7 відцентрового насоса 5, і разом з ним обертаються робочі колеса 20 і п'ята 1. Під дією робочих колес 20 між входом і виходом відцентрового насоса 5 створюється перепад тиску, що утворює потік відкачуваної рідини, направлений у корпусі 4 вертикально вверх від вхідних каналів 18 до верхнього кінця 22 відцентрового насоса 5. При цьому захисний пристрій 17 запобігає попаданню механічних домішок і продуктів зношення в область розташування упорного підшипника, що сприяє підвищенню надійності роботи вузла упорного підшипника. Робочі колеса 20 під час їх обертання створюють напір відкачуваної навколишньої рідини, тобто у внутрішній порожнині 19 відцентрового насоса 5 і над його верхнім кінцем 22 підіймається стовп рідини. Цей стовп рідини створює осьове навантаження на вал 7 та на частину площі поперечного перерізу робочих колес 20. Осьове навантаження, що діє на верхній

торець вала 7, сприймається корпусом 4 через упор 9, п'яту 1, проміжне упорне кільце 3 і під'ятник 2. Під'ятник 2 залишається нерухомим відносно корпусу 4, оскільки він жорстко закріплений до нього кріпильними деталями 10. Осьове навантаження, що діє на робочі колеса 20, передається на корпус 4 через напрямні апарати 21. Очевидно, що у відомих відцентрових насосах 5 з жорстким кріпленням робочих колес 20 до вала 7 (на кресленнях не показано) ті, що є один чи декілька упорних підшипників сприйматимуть крізь вал 7 тиск стовпа відкачуваної рідини як на верхній торець вала 7, так і на робочі колеса 20, тобто в цьому випадку до вантажопідйомності застосовуваних у відцентровому насосі упорних підшипників пред'являються більш високі вимоги.

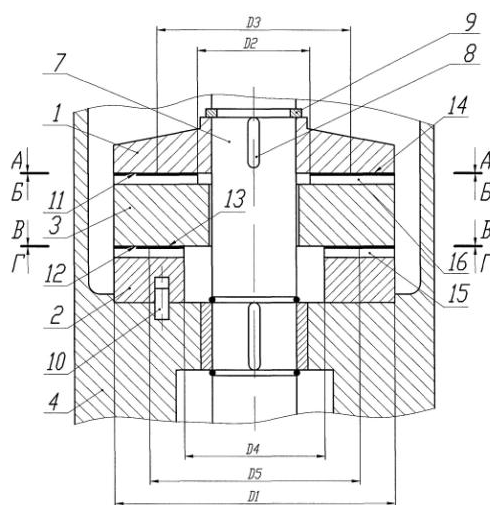
Під час роботи відцентрового насоса 5 швидкість обертання п'яти 1 дорівнює швидкості обертання вала 5, а швидкість обертання під'ятника 2 дорівнює нулю. При обертанні вала 7 проміжне упорне кільце 3 проковзує відносно п'яти 1 і під'ятника 2. В упорному підшипнику утворюються дві пари тертя ковзання: перша пара тертя - "п'ята 1 - проміжне упорне кільце 3", друга пара тертя - "проміжне упорне кільце 3 - під'ятник 2". Внаслідок проковзування проміжного упорного кільця 3 відносно як п'яти 1, так і під'ятника 2 досягається зменшення відносної швидкості обертання контактуючих одна з одною тертьових опорних поверхонь упорного підшипника приблизно у два рази. Приблизно однакове зменшення у два рази відносної швидкості обертання тертьових опорних поверхонь у першій парі тертя "п'ята 1 - проміжне упорне кільце 3" і в другій парі тертя "проміжне упорне кільце 3 - під'ятник 2" досягається за рахунок виконання нижньої опорної поверхні 12 проміжного упорного кільця 3 з більшим середнім діаметром D5, ніж середній діаметр D3 верхньої опорної поверхні 14 проміжного упорного кільця 3, що дає можливість збільшити момент опору в парі тертя "проміжне упорне кільце 3 - під'ятник 2" на величину, яка є достатньою для компенсації збільшення швидкості обертання проміжного упорного кільця 3, яке спричиняється моментом опору, що діє у парі тертя "проміжне упорне кільце 3 - вал 7".

Навколишня рідина, що забезпечує змащення і охолодження упорного підшипника, яка знаходиться у відносно нерухомих радіальних мастильних канавках 15, 16, затягується гладкими опорними поверхнями 12, 11, відповідно проміжного упорного кільця 3 і п'яти 1, на поверхні сегментів сегментних опорних поверхонь 13, 14, що забезпечує змащування і охолодження тертьових опорних поверхонь упорного підшипника. Розподілення мастильно-охолоджуючої навколишньої рідини по опорних поверхнях упорного підшипника відбувається під дією сил, які мають тангенціальний напрям, що забезпечує більш рівномірне розподілення рідини у зоні тертя та запобігає видаленню рідини із мастильних канавок у радіальному напрямку назовні, яке має місце у найближчому аналогу упорного підшипника, що заявляється, який містить пару тертя, у якій гладка поверхня обертається повільніше, ніж сегментна опорна поверхня.

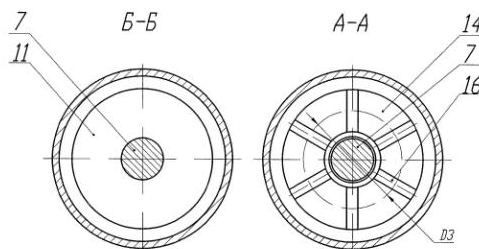
Крім того, рідина циркулює по замкнутих контурах крізь наскрізні радіальні мастильні канавки 15, 16. Внаслідок цього досягається збільшення товщини і більш рівномірне розподілення плівки мастильно-охолоджуючої навколишньої рідини між тертьовими опорними поверхнями, що забезпечує поліпшення відведення тепла та, як наслідок, підвищення надійності роботи упорного підшипника і збільшення його вантажопідйомності. При цьому, завдяки ефективному видаленню механічних домішок і продуктів зношення з сегментів опорних поверхонь упорного підшипника, що заключені між мастильними канавками, зменшується зношення та нагрівання тертьових опорних поверхонь, що також сприяє підвищенню надійності та вантажопідйомності упорного підшипника. Висока надійність і висока вантажопідйомність упорного підшипника досягаються також завдяки виконанню його опорних поверхонь із зносостійких матеріалів з твердістю не нижче HV 380.

Застосування упорного підшипника ковзання, що заявляється, у свердловинних заглибних відцентрових електронасосах дає можливість підвищити напір відцентрового насоса не збільшуючи його поперечні та поздовжні габаритні розміри,

тобто збільшити висоту підйому відкачуваної пластової навколишньої рідини із свердловини не знижуючи надійність роботи упорних підшипників ковзання, завдяки підвищеній вантажопідйомності упорного підшипника, що заявляється. Істотне підвищення напору заглибного відцентрового насоса може бути досягнуте у випадку тандемного виконання упорних підшипників. При однакових величинах напору та за інших рівних умов свердловинні заглибні відцентрові електронасоси, які містять упорні підшипники ковзання, що заявляються, мають більш високу надійність, ніж подібні електронасоси з відомими упорними підшипниками ковзання. Застосування упорного підшипника, що заявляється, найбільш ефективні результати може дати у свердловинних заглибних відцентрових насосах зносостійкого виконання з високою абразивостійкістю, у яких робочі колеса жорстко закріплені до валу та, у зв'язку з цим, осьові навантаження, які сприймаються упорними підшипниками для валів, за інших рівних умов, вище, ніж у свердловинних заглибних відцентрових насосах з "плаваючими", тобто незакріпленими до валу, робочими колесами.



Фіг.1



Фіг.2

Фіг.3

